



LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

BEST AVAILABLE COPY

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum fehlerüberwachten Übertragen von Daten (D) über Schnittstellen (V11,V13,V21,V23) eines Mehrsprung-Kommunikationssystems, bei dem- die Daten von einer sendenden Station (SS) zu einer die Daten empfangenden Station (RS) über zumindest zwei zwischen diese geschalteten, die Daten parallel zueinander empfangenden und weiterleitenden Relaisstationen (HS1,HS2,HS3) übertragen werden, und- die Daten bei einer unzureichenden Übertragung aufgrund einer empfängerseitigen Anforderung und/oder aufgrund des Ausbleibens einer empfängerseitigen Bestätigung (ACK) erneut übertragen werden. Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit und zum Einsparen von Energie in dem System wird vorgeschlagen, die Anforderung bzw. die Bestätigung nur von der empfangenden Station zu erzeugen und zur sendenden Station zurückzusenden. Die Relaisstationen erzeugen somit keine eigenen Bestätigungen oder Anforderungen.

Beschreibung

Verfahren und Kommunikationsstation zum Übertragen von Daten

5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum fehlerüberwachten Übertragen von Daten über parallele Schnittstellen eines Mehrsprung-Kommunikationssystems mit den oberbegrifflichen Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. Kommunikationsstationen zum Durchführen eines solchen Verfahrens.

10

In Mehrsprung-Kommunikationssystemen, die auch als Multi-Hop-Kommunikationssysteme bezeichnet werden, werden Daten von einer sendenden Station aus zu einer letztendlich empfangenden Station entweder direkt über oder eine Vielzahl zwischen-

15 geschalteter Zwischen- bzw. Relaisstationen übertragen. Neben der Übertragung von Daten über eine einzige zwischengeschaltete Relaisstation können die Daten auch über eine Vielzahl in Reihe hintereinander geschaltete Relaisstationen übertragen werden, was auch als Multi-Hop bezeichnet wird. Außerdem

20 können, insbesondere in Gleichwellennetz-(SFN: Single Frequency Network)-Kommunikationssystemen ein und dasselbe Signal und somit ein und dieselben Daten von mehreren Relaisstationen gleichzeitig bzw. gering zeitversetzt empfangen und gemeinsam, dass heißt gleichzeitig oder entsprechend leicht

25 zeitversetzt und auf der gleichen Frequenz direkt an die empfangende Station oder an eine weitere Relaisstation übertragen werden. Dabei können in den Relaisstationen Vorverzerrungs- oder Entzerrungsverfahren eingesetzt werden, um die Leistungsfähigkeit zu steigern. Um eine fehlerfreie Daten-

30 übertragung sicher zu stellen, werden aus derartigen oder anderen Kommunikationssystemen für sich bekannte Fehlererkennungs- und Fehlerkorrekturverfahren angewendet, beispielsweise eine automatische Anforderung zur wiederholten Übertragung eines ursprünglichen oder modifizierten Datenpakets (ARQ: Automatic Repeat Request). Bekannt ist auch die Anwendung einer

35 sogenannten zyklischen Redundanzprüfung (CRC: Cyclic Redundancy Check). Diese Verfahren werden dabei für jede

einzelne der Übertragungen neu angewendet, also auf jede Übertragung von der sendenden Station zu einer benachbarten Relaisstation, auf jede Übertragung von einer Relaisstation zu einer weiteren Relaisstation und auf jede Übertragung von einer Relaisstation zu der empfangenden Station. Diese Vorgehensweise stellt zwar sicher, dass die Daten über möglichst viele Wege möglichst fehlerfrei zu der empfangenden Station gelangen, nachteilhaft ist aber der hohe damit verbundene Rechen- und Zeitaufwand. Außerdem ist ein hoher Energieverbrauch mit dieser Verfahrensweise verbunden, da einerseits die Entpackung, Dekodierung und Prüfung von empfangenden Daten in den Relaisstationen sowie das Anfordern einer erneuten Übersendung oder das erneute Kodieren und weitersenden Energie verbraucht und letztendlich die wiederholte Übertragung von erneut versandten Datenpaketen ebenfalls Energie verbraucht.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum fehlerüberwachten Übertragen von Daten über parallele Schnittstellen eines Mehrsprung-Kommunikationssystems zu verbessern, insbesondere mit Blick auf den Verarbeitungsaufwand des Gesamtsystems zu verbessern, sowie Kommunikationsstationen zum Durchführen eines solchen Verfahrens vorzuschlagen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum fehlerüberwachten Übertragen von Daten über parallele Schnittstellen eines Mehrsprung-Kommunikationssystems mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. eine Kommunikationsstation mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand abhängiger Ansprüche.

Dadurch, dass Bestätigungen bzw. Anforderungen für erneute Datenübertragungen nur von der empfangenden Station, dass heißt in der Regel der letzten Station in der Übertragungs-

kette, erzeugt werden, muss auch nur diese Station empfangene Daten auf eine ausreichende Empfangsqualität überwachen. Bei der Erkennung einer ausreichenden Empfangsqualität sendet auch nur diese Station eine derart erzeugte Bestätigung bzw. Anforderung in Richtung der ursprünglich die Daten sendenden Station ab. Die zwischengeschalteten Relaisstationen dienen im einfachsten Fall lediglich zum Weiterleiten empfangener Daten bzw. zum Weiterleiten empfangener Bestätigungen oder Anforderungen. Entsprechend entfällt in diesem einfachen Fall die Überprüfung zur Weiterleitung empfangener Daten in den Relaisstationen, was eine schnellere Weiterleitung und einen geringeren Energieverbrauch ermöglicht.

Eine Relaisstation, welche zur Weiterleitung empfangener Daten auf eine unzureichende Empfangsqualität prüft und die Daten davon abhängig nicht weiterleitet oder weiterleitet bzw. bezüglich dieser Empfangsqualität die Datenverbindung aufrecht erhält oder abschaltet, benötigt zwar Energie und Zeit für die Überprüfung der empfangenen Daten, jedoch wird durch eine unterbundene Weiterleitung und eine unterbundene Anforderung einer erneuten Datenübertragung letztendlich ebenfalls Energie gespart. Dadurch, dass bei einem derartigen Kommunikationssystem die ursprünglich gesendeten Daten über eine Vielzahl paralleler Datenwege übertragen werden, besteht eine ausreichend hohe Wahrscheinlichkeit, dass im Fall des Datenverlustes auf einem Übertragungsweg und der daraufhin erfolgenden Deaktivierung dieses Datenweges trotzdem die ursprünglichen Daten über zumindest einen oder mehrere weitere der parallelen Übertragungswege zu der beabsichtigen Zielstation bzw. empfangenden Station gelangen. Vorteilhaft ist somit ein Kommunikationssystem bzw. eine Verfahrensweise, bei der die Übertragung der Daten nur über Relaisstationen vorgenommen wird, welche die Daten ausreichend gut bzw. mit ausreichender Fehlerfreiheit empfangen haben.

Während es vorteilhaft ist, wenn eine Relaisstation eigenständig die Entscheidung trifft, ob zur Weiterleitung empfan-

- gene Daten eine ausreichende Qualität haben, um weitergeleitet zu werden, ist eine Verfahrensweise besonders vorteilhaft, bei der für die Entscheidungsfindung auch Informationen von Relaisstationen paralleler Übertragungswege berücksichtigt werden. Teilt eine Relaisstation auf einem parallelen Weg mit, dass sie eine Übertragung mit sehr gut bzw. hochqualitativ zur Weiterleitung empfangenen Daten vornehmen kann, muss eine darüber informierte parallele Relaisstation nicht eine zusätzliche Übertragung der möglicherweise sogar schlechter empfangenen Daten vornehmen. Dies gilt insbesondere dann, wenn die parallelen Datenwege einander kreuzen oder von jeder Relaisstation die weitergeleiteten Daten von anderen Relaisstationen in ihren Umfeld empfangen werden können.
- Vorteilhafterweise kann eine Vielzahl für sich bekannter Fehlerkorrekturverfahren oder Fehlererkennungsverfahren in den Relaisstationen verwendet werden, wobei diese Verfahren nur zur Erkennung der Qualität der weiterzuleitenden empfangenen Daten verwendet wird, nicht aber zu einer erneuten Anforderung im Falle einer schlechten Empfangsqualität.

Besonders vorteilhaft ist die Anwendung derartiger Verfahren in einem Kommunikationssystem, bei welchem die verschiedenen sendenden und empfangenden Stationen sowie Relaisstationen auf einer einzelnen Frequenz kommunizieren. Diese Bedingungen finden sich insbesondere in dezentral organisierten, dass heißt selbstorganisierenden Kommunikationsnetzen, wie sie für sogenannte Ad-Hoc-Kommunikationssysteme typisch sind.

- Vorteilhafterweise werden die über verschiedene parallele Wege zueinander parallel und überlagert empfangenen Daten empfängerseitig in der empfangenen Station überlagert und gemeinsam verarbeitet, um durch statistische Mittelwertbildung und dergleichen eine weitere Qualitätsverbesserung erzielen zu können.

Insbesondere ergibt sich für die bedingungsabhängige Weiterleitung von Daten in Relaisstationen empfängerseitig eine höhere Summendatenrate, d.h. eine erhöhte Reproduktionsqualität dadurch, dass die empfängerseitig empfangenen Daten in der Gesamtheit gemittelt eine bessere Qualität aufweisen.

Eine Kommunikationsstation zum Durchführen eines solchen Verfahrens kann eine sendende Station eine empfangene Station oder eine Relaisstation sein, kann jedoch auch kombiniert zwei oder alle drei der Funktionalitäten aufweisen. Eine solche Kommunikationsstation weist zweckmäßigerweise neben einer Empfangs Sendeeinrichtung auch eine Analyseeinrichtung auf, welche Bestandteil der stationseigenen Steuereinrichtung sein kann und zum Analysieren empfangener Daten bezüglich deren Empfangsqualität ausgelegt ist.

Ein Ausführungsbeispiel und Varianten dazu werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch ein Kommunikationssystem mit einer Vielzahl von über parallele Datenverbindungen kommunizierenden Stationen und

Fig. 2 schematisch die verschiedenen Möglichkeiten zur Behandlung von zur Weiterleitung empfangenen Daten in Relaisstationen.

Wie dies aus Fig. 1 ersichtlich ist, weist ein beispielhaftes Kommunikationssystem MHFSN eine Vielzahl miteinander kommunizierender Stationen auf. Als Kommunikationssystem ist beispielhaft ein Mehrsprung- bzw. Multi-Hop(MH)-Kommunikationssystem dargestellt, welches als Gleichwellennetz (SFN: Single Frequency Network) ausgebildet ist. Eine Übertragung auf andere Kommunikationssysteme, insbesondere Ad-hoc- Kommunikationssysteme ist jedoch möglich.

Dargestellt ist eine Situation, bei der eine sendende Station SS Daten D zu einer empfangenden Station RS versendet. Dabei wird die Distanz zwischen der sendenden Station SS und der empfangenden Station RS so groß angenommen, dass eine direkte Übertragung über eine direkte Kommunikationsverbindung zwischen diesen beiden nicht möglich ist. Die sendende Station SS sendet ihre Daten D über eine Vielzahl von Kommunikationsschnittstellen V11,V12,V13 zu verschiedenen zwischengeschalteten Stationen, die zur einfacheren Unterscheidbarkeit nachfolgend als Relaisstationen HS1,HS2,HS3 bezeichnet werden. Die Relaisstationen HS1,HS2,HS3 erkennen beispielsweise an dem Datenkopf (Header) empfangener Datenpakete, dass es sich um weiterzuleitende empfangene Daten D handelt und leiten diese empfangenden Daten D in Richtung der Zielstation, dass heißt der empfangenden Station RS über weitere Kommunikationsschnittstellen V21,V23 weiter. Die Kommunikationsschnittstellen V11,V12,V13,V21,V23 sind vorzugsweise Funk-schnittstellen, welche mit der gleichen bzw. einer einzigen Frequenz betrieben werden. Für den Fall, dass die empfangende Station RS sich bereits im Sendebereich der Relaisstationen HS1,HS3 befindet, werden die weiterzuleitenden empfangenen Daten D direkt zu der empfangenden Station RS übertragen. Andernfalls erfolgt die Übertragung über weitere zwischengeschaltete Relaisstationen.

25

Von der empfangenden Station RS wird nach dem Empfang der Daten D eine Überprüfung vorgenommen, ob diese ausreichend fehlerfrei empfangen wurden. Für die Überprüfung können übliche, für sich bekannte Fehlererkennungs- und Fehlerkorrekturverfahren, z.B. ARQ und/oder CRC verwendet werden. Nach einer solchen Analyse sendet die empfangende Station RS eine Bestätigung ACK über eine ausreichende Empfangsqualität und/oder eine Anforderung zur erneuten Übertragung oder modifizierten Übertragung der ursprünglichen Daten D in Richtung der ursprünglich sendenden Station SS. Die Bestätigung ACK bzw. Anforderung wird wiederum über eine direkte Verbindung oder eine Vielzahl zueinander paralleler Verbindungen

35

V21,V11;V23,V13;V22,V12 unter Zwischenschaltung der Relaisstationen HS1,HS2,HS3 übertragen. Je nach Empfang einer Bestätigung ACK oder einer Anforderung übersendet die sendende Station SS nachfolgend neue Daten D bzw. neue Datenpakete oder veranlasst eine wiederholte und optional modifizierte Übersendung der ursprünglichen Daten.

Vorteilhafterweise werden gemäß einer bevorzugten Ausführungsform in den Relaisstationen HS1,HS2,HS3 zur Weiterleitung empfangene Daten D nicht einfach ungeprüft weitergeleitet sondern vor einer Weiterleitung bezüglich der Empfangsqualität bzw. der Datenqualität überprüft. Stellt eine der Relaisstationen HS2 fest, dass die Datenqualität der zur Weiterleitung empfangenen Daten D nicht ausreicht oder diese Daten D fehlerhaft empfangen worden sind, so baut sie keine Verbindung V22 zur Weiterleitung der empfangenen Daten D auf. Dadurch unterbricht der entsprechende Datenpfad V12,V22, der ursprünglich von der sendenden Station SS über die zweite Relaisstation HS2 zu der empfangenen Station RS eingerichtet wurde. Insbesondere veranlasst die zweite Relaisstation HS2 auch keine erneute Übertragung der ursprünglichen oder modifizierten ursprünglichen Daten D.

In den zwischengeschalteten Relaisstationen HS1-HS3 werden entsprechend neben einer Empfangseinrichtung R und einer Sendeeinrichtung S sowie allgemeiner für den Betrieb erforderlicher Steuereinrichtungen und Speicher auch Einrichtungen und Funktionen für die Überprüfung von zur Weiterleitung empfangenen Daten bereitgestellt. Insbesondere wird dazu eine Analyseeinrichtung A bereitgestellt, welche Bestandteil der zentralen Steuereinrichtung der Relaisstationen HS1-HS3 sein kann.

Weitere Einrichtungen und/oder Funktionen dienen vorteilhafterweise zur Durchführung von Vorverzerrungs- oder Entzerrungsverfahren, durch welche beispielsweise eine konstruktive Überlagerung der Signale an der empfangenden Station RS und

optional weiterer zwischengeschalteter Relaisstationen erzielt werden kann. Beispielsweise können für sich bekannte Verfahren wie eine Phasen- oder Equal-Gain, Maximum Ratio- oder eine Auswahl- bzw. Selection-Verzerrung verwendet werden. Möglich sind auch Kombinationen oder Erweiterungen sowie andere Vorverzerrungstechniken.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist auch eine Kommunikation verschiedener Relaisstationen HS2, HS3 untereinander möglich. Eine Kommunikation findet über eine entsprechende Schnittstelle VH statt, welche bevorzugt als Funkschnittstelle, prinzipiell aber auch als leitungsgebundene Schnittstelle ausgebildet sein kann. Darüber können Informationen bezüglich zur Weiterleitung empfangener Daten D bzw. über deren Empfangsqualität übertragen werden. Dadurch ist es möglich, dass eine dritte Relaisstation HS3 nach einem Empfang von Daten D mit einer sehr guten Empfangsqualität diese Tatsache an eine zweite Relaisstation HS übermitteln kann, welche als parallele Station dieselben Daten D parallel empfangen hat, dies jedoch mit einer schlechteren Empfangsqualität. In einem solchen Fall kann die Relaisstation HS mit der schlechteren Empfangsqualität die Weiterleitung zur Weiterleitung empfangener Daten D unterdrücken, da über einen parallelen Datenpfad SS-HS3-RS die selben Daten D mit besserer Weiterleitungsqualität übertragen werden.

Allgemein kann vor einer Weiterleitung in den Relaisstationen HS1-HS3 eine Datenverarbeitung von zur Weiterleitung empfangenen Daten vorgenommen werden. Die Art der Weiterverarbeitung und der Weiterleitung bzw. Weitersendung kann dabei verschiedenen Kenngrößen unterliegen. Beispielsweise können Signal-zu-Rauschverhältnisse (SNR: Signal to Noise Relation) an den Eingängen der zwischengeschalteten Relaisstationen HS1-HS3 ausgewertet werden. Möglich ist auch die Bestimmung der Anzahl korrigierter Bit in einem Viterbi-Decoder oder die Berücksichtigung des Ergebnisses einer zyklischen Redundanzprüfung CRC. Als Verarbeitungstechniken werden insbesondere Ver-

fahren zur Entzerrung und Verstärkung eines zur Weiterleitung empfangenen Signals ohne eine weitere zusätzliche Demodulation bevorzugt. In Relaisstationen HS1-HS3, in denen eine Überprüfung von zur Weiterleitung empfangenen Daten vorgenommen wird, werden die empfangenen Daten D zweckmäßigerweise demoduliert und decodiert, um die eigentliche Analyse vornehmen zu können. Möglich ist sowohl eine Ausführungsform, bei der die analysierten Daten D bzw. Datenpakete anschließend zur Weiterleitung erneut encodiert und moduliert werden, möglich ist aber auch eine Ausführungsform, bei der die ursprünglich zur Weiterleitung empfangenen Daten D in einem Zwischenspeicher gehalten werden, um unverändert aus dem Zwischenspeicher weitergeleitet werden zu können, falls ein verdoppelter Satz der Daten nach einer Demodulation, Decodierung und Analyse als zur Weiterleitung ausreichend gut befunden wurde. Vorteilhafterweise können Verfahren zur erneuten Übertragung eines fehlerhaft oder unzureichend empfangenen Datenpakets deaktiviert werden, wenn die Daten D empfangende Station nicht die Zielstation sondern nur eine Relaisstation ist.

20

Im Rahmen der Weitersendung bzw. Weiterleitung ist es neben dem erneuten Kodieren und Modulieren von Daten D bzw. Datenpaketen auch möglich, eine Vorverzerrung vorzunehmen. Insbesondere kann die Weiterleitung eines empfangenen Signals bzw. empfangener Daten D nach einer Entzerrung, Verstärkung und eventuellen Vorverzerrung vorgenommen werden.

Prinzipiell ist eine Anwendung sowohl bei zentralisiert als auch bei dezentral bzw. selbstorganisierend organisierten Netzen möglich. Der Austausch der vorstehend genannten Kenngrößen zwischen einzelnen der Stationen, insbesondere zwischen Relaisstationen auf zueinander parallelen Datenbahnen ist besonders vorteilhaft einsetzbar, wie dies vorstehend ausgeführt ist. Zur Analyse können aber auch lediglich Kenngrößen verwendet werden, die in der eigenen Station verwendet wurden, beispielsweise mittels für sich bekannter Fehlererkennung- und Fehlerkorrekturverfahren. Die Anwendung eines

Fehlerkorrekturverfahrens kann dabei im Fall einer weiterleitenden Relaisstation auf den fehlererkennenden Teil beschränkt bleiben, wobei ein korrigierender Teil nur im Fall einer dazu nicht erforderlichen erneuten Übertragung eingesetzt wird, sofern eine Übertragung der Daten über eine ausreichende Anzahl paralleler Datenverbindungen sichergestellt ist. Selbiges gilt für Fehlererkennungsverfahren, welche im Fall einer Relaisstation vorzugsweise auf die Erkennung des Fehlers beschränkt eingesetzt werden, wobei eine entsprechende Fehlererkennungsmitteilung unterdrückt wird.

Im Fall der Kommunikation zwischen benachbarten Stationen insbesondere Relaisstationen HS2, HS3, kann einerseits nur eine direkte Übertragung eines Analyseergebnisses an benachbarte Stationen vorgenommen werden, möglich ist aber auch eine Verhandlung bzw. Aushandlung der Analyse- bzw. Auswertungsergebnisse zwischen solchen benachbarten Stationen, welche zum Abschluss einer derartigen Verhandlung entscheiden, über welche der verhandelnden Stationen HS3 eine Weiterleitung der Daten vorzunehmen ist.

Fig. 2 dient zur Veranschaulichung verschiedener Varianten des dargestellten Ausführungsbeispiels. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Organisation des Auswertungsverfahrens. Vereinfachend kann angenommen werden, dass beispielsweise nur eine einzige Kenngröße, die das Ergebnis einer zyklischen Redundanzprüfung ist, verwendet wird. Ferner wird bei dem einfachen Beispiel davon ausgegangen, dass die an den Zwischenstationen bzw. Relaisstationen HS1-HS3 zur Weiterleitung empfangenen Signale vollständig demoduliert und decodiert werden können. Ausgegangen wird dabei von einem Fehlerkorrekturverfahren in einem 2-Hop-SFN-Kommunikationssystem, bei dem die Fehlerkorrektur ARQ Ende- zu -Ende- Verbindung durchgeführt wird. Fehlerkorrekturen, wie sie für die einzelnen Verbindungen für sich bekannt sind, können gemäß dem vorstehend beschriebenen Konzept ausgelassen werden. Die ursprünglich sendende Station SS erhält somit keine Bestätigungen für Daten

bzw. Datenpakete, welche von den zwischengeschalteten Relaisstationen HS1-HS3 korrekt empfangen wurden. Es wird entsprechend keine getrennte Absicherung der ersten Sprünge bzw. Hops durchgeführt. Ausschließlich die empfangende Station RS

5 bestätigt korrekt empfangene Pakete, worauf hin Pakete mit einer fehlenden Empfangsbestätigung von der sendenden Station SS bei Fehlen der Bestätigung wiederholt übertragen werden.

Für die zwischengeschalteten Relaisstationen HS gibt es verschiedene Möglichkeiten, die empfangenen Daten D bzw. Datenpakete zu behandeln. Gemäß einer besonders einfachen Ausführungsform a) findet eine bedingungslose Weiterleitung in der Relaisstation HS statt. Dabei kann es vorkommen, dass ein fehlerhaft empfangenes Datenpaket oder ein Signal mit einem

10 schlechten Signal-zu-Rausch-Verhältnis an die empfangende Station RS weitergeleitet wird. Die Auswertung von Kenngrößen oder dergleichen entfällt in diesem Fall.

Bevorzugt wird daher die bedingungsverknüpfte bzw. bedingungsabhängige Weiterleitung b) von empfangenden Daten D. Diese Bedingungen können unabhängig voneinander in einzelnen der verschiedenen parallelen Relaisstationen HS oder mit Hilfe von Informationen aller oder mehrerer untereinander kommunizierender Relaisstationen HS2, HS3 ausgewertet werden. Entsprechend gibt es zwei weitere Varianten. Im einfacheren Fall

20 c) wird nur eine stationsinterne Analyse von zur Weiterleitung empfangenen Daten D vorgenommen. Haben die analysierten Daten eine ausreichende Datenqualität, so wird die Weiterleitung in Richtung der empfangenden Station RS veran-

30 lasst. Reicht die Datenqualität nicht aus, so wird die Weiterleitung in Richtung der empfangenden Station RS unterbunden. Vorteilhafterweise kann auch die Rückmeldung von Bestätigungen oder Anforderungen für erneute Übertragungen unter-

35 bleiben.

Gemäß der anderen Ausführungsform d) findet die anhand der zweiten und dritten Relaisstation HS2, HS3 beschriebene Kommu-

nikation statt, bei der zumindest eine der Relaisstationen HS2 auf Informationen von zumindest einer anderen der Relaisstationen HS3 zugreift, um eine Entscheidung bezüglich möglicherweise nicht optimal empfangenen Daten D bezüglich deren
 5 Weiterleitung zu treffen.

Erstaunlicherweise ist bereits selbst die bedingungslose Weiterleitung a) von Daten D unabhängig von einer Analyse und somit unabhängig von einer ausreichenden oder nicht ausreichenden Empfangsqualität in der Relaisstation HS vorteilhaft.
 10 Wird davon ausgegangen, dass alle Datenpfade SS-HS1-RS;SS-HS2-RS;SS-HS3-RS eine etwa gleiche mittlere Paketfehlerrate PER_0 haben, so kann die Wahrscheinlichkeit, dass genau n Relaisstationen von insgesamt K parallel zueinander angeordneten
 15 Relaisstationen ein gesendetes Datenpaket korrekt empfangen, formuliert werden, wie folgt:

$$p(n) = \binom{K}{n} \cdot (1-PER_0)^n \cdot PER_0^{K-n}.$$

20 Die mittlere Anzahl der Relaisstationen, welche das Paket bzw. die Daten korrekt empfangen haben und dementsprechend weitersenden, kann berechnet werden wie folgt:

$$E(n) = \sum_{n=0}^K n \cdot p(n) \approx (1-PER_0) \cdot K.$$

25 Während bei der bedingungslosen Weiterleitung alle K Zwischenstationen gemeinsam im SFN-Kommunikationssystem senden, werden im Fall einer bedingungsabhängigen Weiterleitung, also im Fall der Analyse einer Empfangsqualität von empfangenden
 30 Daten D in Relaisstationen HS1-HS3 gemäß den bevorzugteren Ausführungsformen, nur Daten D über eine geringere Anzahl von Datenwegen SS-HS1-RS;SS-HS3-RS bei der empfangenden Station RS eintreffen. Damit kann im Fall einer bedingungsabhängigen Weiterleitung die Empfangsleistung bei der empfangenden Sta-
 35 tion RS vergleichsweise geringer sein, als im Fall einer bedingungslosen Weiterleitung der Daten D durch alle Relaissta-

tionen. Jedoch haben im Fall der teilweise unterdrückten Weiterleitung die bei der empfangenden Station RS empfangenden Daten D eine höhere Datenqualität bzw. ein geringeres Signal-zu-Rausch-Verhältnis, so dass insgesamt eine Verbesserung der

5 Datenqualität zu verzeichnen ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen von Daten (D) in einem Kommunikationssystem (MHSEFN), bei dem

- 5 - die Daten (D) von einer sendenden Station (SS) zu einer die Daten (D) empfangenden Station (RS) über zumindest zwei die Daten jeweils empfangenden und weiterleitenden Relaisstationen (HS1,HS2,HS) übertragen werden, und
- 10 - die Daten (D) bei einer unzureichenden Übertragung aufgrund einer empfängerseitigen Anforderung und/oder aufgrund des Ausbleibens einer empfängerseitigen Bestätigung (ACK) erneut übertragen werden,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- 15 - die Anforderung bzw. die Bestätigung (ACK) nur von der empfangenden Station (RS) erzeugt und zur sendenden Station (SS) zurückgesendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem

- 20 zumindest eine der Relaisstationen (HS2) empfangene Daten (D) auf unzureichenden Empfang prüft, und die Daten (D) abhängig von dem Ergebnis der Prüfung entweder nicht weiterleitet oder weiterleitet und/oder abhängig von dem Ergebnis der Prüfung die über sie führende Datenverbindung (V22) ohne eine erneute Anforderung bei der sendenden Station (SS) unterbricht.

25

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Übertragung der Daten (D) nur über eine der Relaisstationen (HS1,HS3) vorgenommen wird, welche die Daten (D) ausreichend gut empfangen hat.

30

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem in zumindest einer der Relaisstationen (HS2,HS3) vor der Weiterleitung empfangener Daten (D) zur Erkennung der ausreichend gut oder unzureichend empfangenen Daten Fehlerkorrekturverfahren (ARQ,CRC) oder Fehlererkennungsverfahren angewendet werden.

35

5. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem
zumindest in einer Relaisstation (HS2) die Weiterleitung emp-
fangener Daten (D) abhängig von einer eigenen Empfangsquali-
tät und abhängig von einer Empfangsqualitätsinformation zu-
5 mindest einer parallelen Relaisstation (HS3) durchgeführt o-
der nicht durchgeführt wird.

6. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem
die sendende Station (SS), die empfangende Station (RS) und
10 zumindest ein Teil der Relaisstationen (HS1-HS3) zu einem
Kommunikationssystem (MHSFN) gehören, welches auf einer ein-
zelnen Frequenz kommuniziert.

7. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem
15 die Weiterleitung der Daten (D) über verschiedene parallele
Wege, die über verschiedene Relaisstationen (HS1;HS2;HS3)
ausgebildet werden, erfolgt, wobei die Daten (D) in den Re-
laisstationen verarbeitet, insbesondere verzerrt und/oder
entzerrt, decodiert und/oder codiert werden.

20 8. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem
die parallel über verschiedene Wege übertragenen Daten (D)
empfängerseitig überlagert empfangen und gemeinsam verarbei-
tet werden.

25 9. Kommunikationsstation (RS,SS,HS1,HS2,HS3) zum Durchführen
eines Verfahrens nach Anspruch 1, wobei
eine als Relaisstation (HS1-HS3) ausgebildete Kommunikations-
station aufweist

30 - eine Empfangseinrichtung (R) zum Empfangen von weiterzulei-
tenden Daten (D),
- eine Analyseeinrichtung (A) zum Analysieren dieser Daten
(D) bezüglich deren Empfangsqualität, und
- eine Sendeeinrichtung (S) zum Weiterleiten der Daten (D)
35 abhängig von dem Ergebnis in der Analyseeinrichtung.

FIG 1

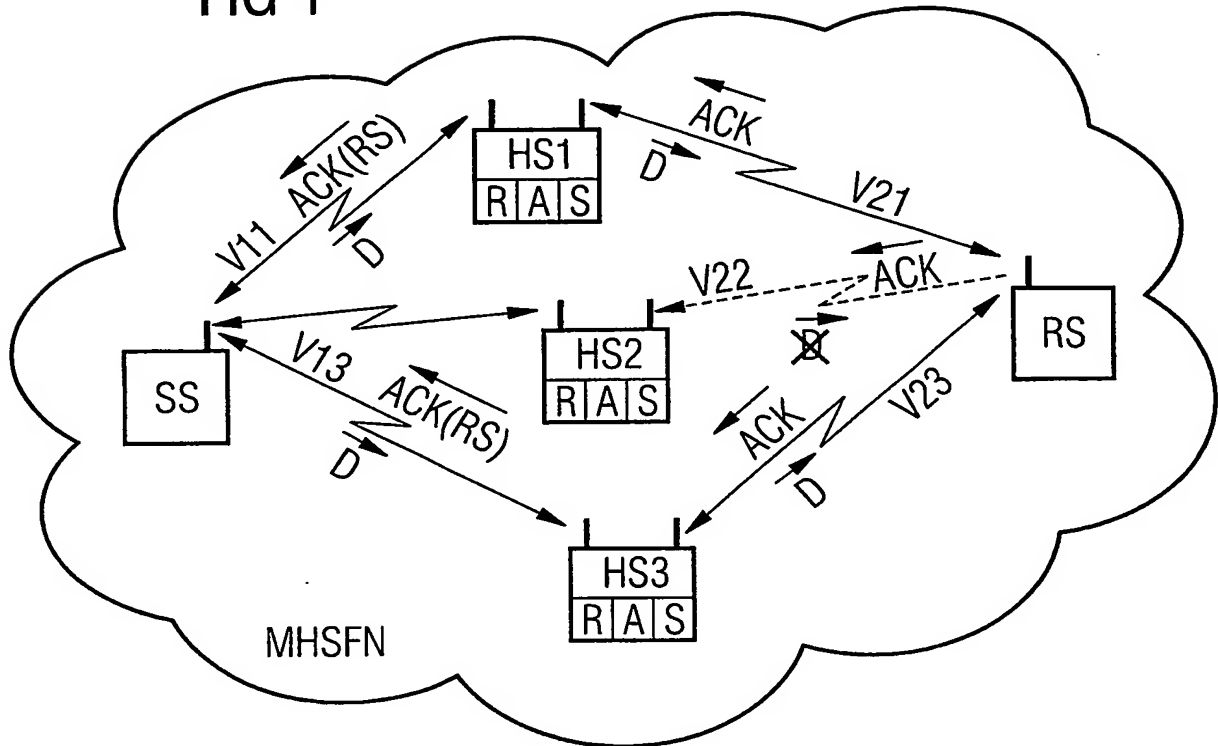
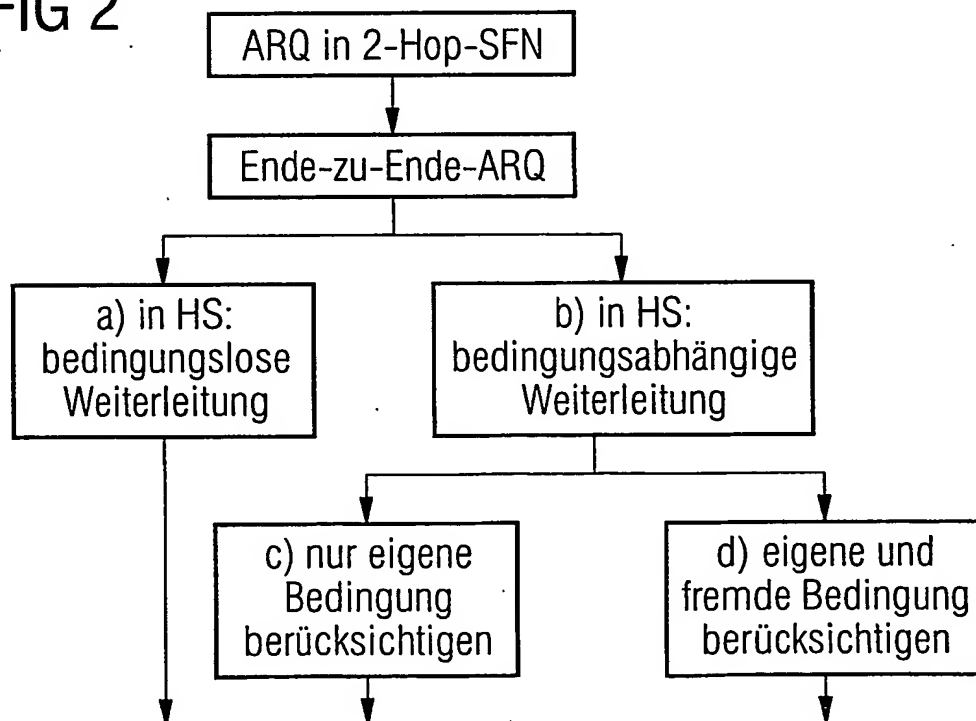


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/06333

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04L12/56

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04L H04B H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01 15374 A (CEDARDELL LTD ;TODD ROBERT EDMUND (GB)) 1 March 2001 (2001-03-01) abstract figure 5 page 2, line 24 -page 3, line 22 page 7, line 36 -page 9, line 36	1,5-9
Y	----	2-4
X	US 4 882 765 A (MAXWELL RAY F ET AL) 21 November 1989 (1989-11-21) abstract figure 1 column 2, line 6-25 column 3, line 38 -column 4, line 13 ----- -/-	1,9

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 September 2003

Date of mailing of the international search report

12/09/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gabriel, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/06333

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 00 74306 A (AFX TECH GROUP INT INC) 7 December 2000 (2000-12-07) abstract figure 1 page 3, line 29 -page 4, line 26 page 8, line 4 -page 9, line 2 page 16, line 13 -page 17, line 5 page 18, line 8-12 page 29, line 7-21 page 73, line 1-9 -----	2-4
A	DUBE R ET AL: "SIGNAL STABILITY-BASED ADAPTIVE ROUTING (SSA) FOR AD HOC MOBILE NETWORKS" IEEE PERSONAL COMMUNICATIONS, IEEE COMMUNICATIONS SOCIETY, US, vol. 4, no. 1, 1 February 1997 (1997-02-01), pages 36-45, XP000679252 ISSN: 1070-9916 page 37, right-hand column, paragraph 4 -page 38, left-hand column, paragraph 5 -----	5
A	EP 0 851 632 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 1 July 1998 (1998-07-01) the whole document -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 03/06333

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see supplemental sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Box II.2

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, namely:

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/06333

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0115374	A	01-03-2001	AU 6003000 A	19-03-2001
			CA 2382267 A1	01-03-2001
			EP 1201055 A1	02-05-2002
			WO 0115374 A1	01-03-2001
			JP 2003507963 T	25-02-2003
US 4882765	A	21-11-1989	NONE	
WO 0074306	A	07-12-2000	AU 5158800 A	18-12-2000
			AU 5161900 A	18-12-2000
			CA 2374845 A1	07-12-2000
			EP 1232614 A2	21-08-2002
			JP 2003508939 T	04-03-2003
			WO 0074306 A2	07-12-2000
			WO 0074402 A1	07-12-2000
EP 0851632	A	01-07-1998	US 5898679 A	27-04-1999
			EP 0851632 A2	01-07-1998
			JP 3291460 B2	10-06-2002
			JP 10215281 A	11-08-1998

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internat. Aktenzeichen

PCT/EP 03/06333

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04L12/56

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04L H04B H04Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 01 15374 A (CEDARDELL LTD ;TODD ROBERT EDMUND (GB)) 1. März 2001 (2001-03-01) Zusammenfassung Abbildung 5 Seite 2, Zeile 24 -Seite 3, Zeile 22 Seite 7, Zeile 36 -Seite 9, Zeile 36	1,5-9
Y	----	2-4
X	US 4 882 765 A (MAXWELL RAY F ET AL) 21. November 1989 (1989-11-21) Zusammenfassung Abbildung 1 Spalte 2, Zeile 6-25 Spalte 3, Zeile 38 -Spalte 4, Zeile 13 ----- -/-	1,9

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. September 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/09/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gabriel, C

INTERNATIONALER FÜR FÖRCHENBERICHT

Internat. des Aktenzeichen
PCT/EP 03/06333

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>WO 00 74306 A (AFX TECH GROUP INT INC) 7. Dezember 2000 (2000-12-07) Zusammenfassung Abbildung 1 Seite 3, Zeile 29 -Seite 4, Zeile 26 Seite 8, Zeile 4 -Seite 9, Zeile 2 Seite 16, Zeile 13 -Seite 17, Zeile 5 Seite 18, Zeile 8-12 Seite 29, Zeile 7-21 Seite 73, Zeile 1-9</p>	2-4
A	<p>DUBE R ET AL: "SIGNAL STABILITY-BASED ADAPTIVE ROUTING (SSA) FOR AD HOC MOBILE NETWORKS" IEEE PERSONAL COMMUNICATIONS, IEEE COMMUNICATIONS SOCIETY, US, Bd. 4, Nr. 1, 1. Februar 1997 (1997-02-01), Seiten 36-45, XP000679252 ISSN: 1070-9916 Seite 37, rechte Spalte, Absatz 4 -Seite 38, linke Spalte, Absatz 5</p>	5
A	<p>EP 0 851 632 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 1. Juli 1998 (1998-07-01) das ganze Dokument</p>	1-9

Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☒ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Patentzeichen

PCT/EP 03/06333

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0115374 A	01-03-2001	AU 6003000 A	19-03-2001
		CA 2382267 A1	01-03-2001
		EP 1201055 A1	02-05-2002
		WO 0115374 A1	01-03-2001
		JP 2003507963 T	25-02-2003
US 4882765 A	21-11-1989	KEINE	
WO 0074306 A	07-12-2000	AU 5158800 A	18-12-2000
		AU 5161900 A	18-12-2000
		CA 2374845 A1	07-12-2000
		EP 1232614 A2	21-08-2002
		JP 2003508939 T	04-03-2003
		WO 0074306 A2	07-12-2000
		WO 0074402 A1	07-12-2000
EP 0851632 A	01-07-1998	US 5898679 A	27-04-1999
		EP 0851632 A2	01-07-1998
		JP 3291460 B2	10-06-2002
		JP 10215281 A	11-08-1998

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.